การพัฒนาไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุก

Development of soymilk ice cream mixed with pulp from ripe palmyra fruit (*Borassus flabellifer* L.)

สัญชัย ยอดมณี[1*]

Sanchai Yotmanee[1*]

Received: 18 May 2023 ; **Revised**: 27 September 2023 ; **Accepted**: 9 October 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มุ่งพัฒนาไอศกรีมนมถั่วเหลืองโดยการผสมเนื้อผลตาลสุกในอัตราส่วนร้อยละ 0.01 0.1 และ 1 โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง จากนั้นนำไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุกไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Quantitative descriptive analysis (QDA) เปรียบเทียบผลการทดลองกับไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองสูตรควบคุมที่ไม่ผสมเนื้อผลตาลสุก ผลการทดลองพบว่าการเพิ่มเนื้อผลตาลสุกส่งผลให้ไอกรีมนมถั่วเหลืองมีความหนืดเพิ่มมากขึ้น ($p \leq 0.05$) ค่าการขึ้นฟูมีแนวโน้มลดลง ส่งผลให้อัตราการละลายมีแนวโน้มสูงขึ้น และเนื้อสัมผัสของไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุกมีค่าความแข็งและความยึดติดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มเนื้อผลตาลสุกช่วยให้ไอศกรีมมีค่า a* และ b* สูงขึ้น ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสแสดงให้เห็นว่าสี กลิ่นเหม็นเขียว ความหวาน เนื้อสัมผัสและขนาดของผลึกน้ำแข็งระหว่างตัวอย่างไอศกรีมทุกสูตรไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ในขณะที่ไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุกร้อยละ 1 มีระดับความเข้มของกลิ่นผลตาลสุกมากกว่าไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองสูตรพื้นฐาน ($p \leq 0.05$) ถึงแม้ว่าผลการวิเคราะห์ทางสถิติบ่งชี้ว่ากลิ่นเหม็นเขียวในไอศกรีมทุกสูตรมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่ค่าเฉลี่ยด้านการรับรู้กลิ่นเหม็นเขียวในไอศกรีมนมถั่วเหลืองมีแนวโน้มลดลง แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของการใช้เนื้อผลตาลสุกเพื่อกลบกลิ่นเหม็นเขียวจากน้ำนมถั่วเหลือง

คำสำคัญ: ไอศกรีม, นมถั่วเหลือง, ผลตาล

Abstract

This research developed soymilk ice cream (SMI) mixed with pulp from ripe Palmyra fruit (RPF) in amounts of 0.01, 0.1 and 1%, by weight of soymilk. Chemical compositions, physical properties and sensory quality (quantitative descriptive analysis, QDA) of the ice cream samples were analyzed and compared with the control sample (without RPF added). The results showed that an increase in RPF resulted in an increase in viscosity of SMI-RPF ($p \leq 0.05$). The overrun of SMI-RPF samples was likely declined, thus resulting in an increase in their melting rate, hardness and adhesiveness of SMI-RPF. Moreover, increased RPF promoted increases in a* and b* found in SMI-RPF. The results from the sensory quality assessment showed that there were no statistical differences in colour, foul-smell, sweet taste, texture and ice crystal size between all ice cream samples ($p > 0.05$), whereas the SMI mixed with 1% of RPF had a higher intensity of aroma from RPF when compared with SMI ($p \leq 0.05$). Even though the statistical analysis showed that foul-smelling was not statistically different in all ice cream samples, the average value of foul-smelling in SMI-RPF was likely declined. This showed the possibility of the utilisation of RPF to mask the foul-smelling from SMI.

Keywords: Ice cream, soymilk, palmyra fruit

---

[1] *อาจารย์, สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต 83000*

[1] *Lecturer, Home Economics Program, Faculty of Science and Technology, Phuket Rajabhat University, Phuket, 83000*

** Corresponding author: E-mail: sanchai.y@pkru.ac.th*

บทนำ

ไอศกรีม เป็นอาหารประเภทอิมัลชั่น (emulsion) ที่ผ่านการแช่แข็ง มีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ไขมันจากนม ของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (solid non fat) น้ำตาล น้ำ สารให้ความคงตัว (stabilizer) อิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) และกลิ่นรส (Beegum *et al*., 2021) ส่งผลให้โครงสร้างของไอศกรีมมีความซับซ้อน ประกอบด้วย เม็ดไขมัน เซลล์อากาศ ผลึกน้ำแข็ง และส่วนของเหลวที่ไม่แข็งตัว (serum phase) ซึ่งจะประกอบไปด้วยสารละลายที่มีส่วนผสมของโพลีแซคคาร์ไรด์ โปรตีน แลคโตส และแร่ธาตุ (Ahanian *et al*., 2014)

จากส่วนประกอบไอศกรีมข้างต้นพบว่า ไขมัน ของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน น้ำตาล อิมัลซิไฟเออร์ และสารให้ความคงตัว มีบทบาทต่อคุณภาพของไอศกรีม โดยส่วนประกอบแรกคือไขมันนมจะเกิดกระบวนการ fat destabilization ในระหว่างการปั่น ทำให้เม็ดไขมันแตกเป็นอนุภาคขนาดเล็กเกาะบนอากาศที่แทรกภายในไอศกรีม และจะแข็งตัวอย่างรวดเร็วระหว่างการแช่แข็ง เนื่องจากไขมันมีจุดเยือกแข็งสูง ส่งผลให้ฟองอากาศที่แทรกในเนื้อไอศกรีมมีความคงตัว และไอศกรีมมีการขึ้นฟูดี (Adapa *et al*., 2000) ส่วนประกอบที่สองคือของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน โดยส่วนมากมาจากนมข้น นมผง และหางนมผง ซึ่งเป็นแหล่งของโปรตีนเคซีนและโปรตีนเวย์ โดยโปรตีนเหล่านั้นจะหุ้มเม็ดไขมันไว้ ส่งผลให้ไขมันแทรกตัวกับของเหลวและอากาศได้ดี อิมัลชั่นในไอศกรีมจึงมีความคงตัว ส่งผลให้ไอศกรีมนีเนื้อสัมผัสที่ดี (Beegum *et al*., 2021) ส่วนประกอบที่สามคือน้ำตาล เป็นของแข็งที่นอกจากจะให้ความหวานแล้ว ยังช่วยให้ไอศกรีมมีความหนืดและมีเนื้อสัมผัสดี และยังส่งผลให้จุดเยือกแข็งของไอศกรีมลดลง (Syed *et al*., 2018) และส่วนประกอบสุดท้ายคือสารให้ความคงตัวและอิมัลซิไฟเออร์ โดยในไอศกรีมมีส่วนประกอบดังกล่าวไม่เกินร้อยละ 0.5 ช่วยให้ไอศกรีมมีความหนืด อิมัลชั่นมีความคงตัว ลดปริมาณการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่และผลึกแลคโตส ลดการเกิดรอยย่นบนไอศกรีมอันเกิดจากการสูญเสียความชื้นระหว่างการแช่แข็ง ชะลอการละลาย และช่วยให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่ดี (Goff *et al*., 2013)

การบริโภคโปรตีนจากพืช (plant-based protein) กำลังได้รับความสนใจจากผู้บริโภคมากขึ้น เนื่องจากมีกลุ่มผู้บริโภคที่มีปัญหาการแพ้โปรตีนจากนมโค (cow's milk protein allergy) และผู้บริโภคที่ไม่สามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสในนมโค (lactose intolerant) (ณฐิฒา รอดขวัญ, 2565) ซึ่งพบในคนเอเชียร้อยละ 70-100 (Aydar *et al*., 2020) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์นมจากพืชเป็นอาหารทางเลือกสำหรับผู้บริโภคเหล่านั้น ประกอบกับความนิยมในการรับประทานอาหารแบบวีแกนก็กำลังเพิ่มขึ้นในกลุ่มผู้บริโภคที่สนใจเรื่องสุขภาพ หรือกลุ่มผู้บริโภคที่มีความเห็นใจต่อสัตว์และเหตุผลทางสิ่งแวดล้อม (Ghaderi *et al*., 2021) การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภคกลุ่มดังกล่าว ส่งผลให้นมจากพืชโดยเฉพาะถั่วเหลืองกลายมาเป็นส่วนประกอบของไอศกรีม (Ahanian *et al*., 2014; Ghaderi *et al*., 2021) แต่อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองมักมีกลิ่นเหม็นเขียว หรือกลิ่นที่เรียกว่า beany odour โดยทั่วไปจะแก้ปัญหาด้วยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ lipoxygenases ซึ่งมีผลต่อการเกิดกลิ่นเหม็นเขียว หรือมีการเติมสารแต่งกลิ่นจากธรรมชาติและกลิ่นสังเคราะห์ลงในผลิตภัณฑ์ (ณฐิฒา รอดขวัญ, 2565)

ตาลโตนด (*Borassus flabellifer* L.) เป็นพืชที่พบกระจายทั่วไปตั้งแต่ทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ไปจนถึงหมู่เกาะนิวกินี (Krishnaveni *et al*., 2020) เมื่อผลตาลสุกตามธรรมชาติจะพบว่าส่วนของเนื้อตาลที่อยู่รวมกับเส้นใยจะมีสีเหลืองส้มเกิดจากแคโรทีนอยด์ (carotenoids) (Thevamirtha *et al*., 2023) และมีกลิ่นหอมหวานจากสารประกอบที่ระเหยได้ที่เป็นอนุพันธ์ของกรดไขมัน (fatty acid-derived volatiles) อะซิติก-เอสเทอร์ (acetic acid ethyl ester) เอสเทอร์ (ester) แอลกอฮอล์ (alcohol) และกรดที่ระเหยได้ (volatile acids) (Da Silveira Agostini-Costa, 2018) ดังนั้นเนื้อผลตาลสุกจึงถูกผสมในอาหารหลายชนิด เช่น ขนมตาล ขนมเค้ก ขนมไข่ปลา ขนมขี้หนู และไอศกรีม (แสงแข สพันธุพงศ์, 2562) งานวิจัยที่ศึกษาโดย จารุวรรณ สุนทรเสณี (2555) กล่าวว่าการพัฒนาไอศกรีมกะทิเนื้อตาลสุกด้วยการผสมเนื้อตาลสุกกับน้ำกะทิในสัดส่วนที่แตกต่างกัน คือ 100:800 200:700 100:900 และ 200:900 กรัมต่อกรัม พบว่าการผสมเนื้อตาลสุกต่อน้ำกะทิในสัดส่วน 100:900 กรัมต่อกรัม เป็นสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด มีกลิ่นหอมเนื้อตาลสุกพอดี ไม่ฉุนมากเกินไปเมื่อเทียบกับสูตรอื่น ๆ จากการศึกษาของ Vengaiah *et al*., (2015) ได้รายงานว่าแป้งในเนื้อของผลตาลสุกสามารถดูดซับน้ำและมีอัตราการพองตัวเมื่อผ่านความร้อน จึงกล่าวได้ว่าเนื้อผลตาลสุกสามารถเพิ่มความหนืดได้ นอกจากนี้ จรัญญา อับดุลสลาม และกิตติชัย บรรจง (2560) กล่าวว่าพบเพคตินในเนื้อผลตาลสุกประมาณร้อยละ 25.96 ของน้ำหนักผล ซึ่งเพคตินมีคุณสมบัติพิเศษ คือเมื่อละลายน้ำจะพองตัวเป็นเจล ทำหน้าที่เป็นสารก่อเจล สารเพิ่มความเข้มข้นของของเหลว และสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหาร ดังนั้นเนื้อตาลสุกจึงเป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจที่จะนำไปใช้เพื่อการแต่งกลิ่นไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลือง

งานวิจัยเรื่องนี้เล็งเห็นถึงความเป็นไปได้ที่จะนำเนื้อผลตาลสุกมาใช้เพื่อลดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ในไอศกรีมนมถั่ว

เหลือง จึงเป็นที่มาของการพัฒนาไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุก โดยมีความคาดหวังว่าเนื้อผลตาลสุกสามารถช่วยให้ไอศกรีมนมถั่วเหลืองมีคุณสมบัติทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ดีขึ้น ตลอดจนเป็นการพัฒนาอาหารที่เป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคในกลุ่มวีแกน หรือผู้บริโภคที่มีปัญหาในการรับประทานผลิตภัณฑ์จากนม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุกเปรียบเทียบกับไอศกรีมนมถั่วเหลืองสูตรพื้นฐาน

การทดลอง

1. ศึกษากระบวนการผลิต องค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุก

ในขั้นตอนนี้จะมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยกำหนดตัวแปรต้นเป็นปริมาณของเนื้อผลตาลสุกในระดับที่แตกต่างกันร้อยละ 0.01 0.1 และ 1 ตัวอย่างไอศกรีมแต่ละสูตรจะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การทำไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุก

เตรียมวัตถุดิบดังนี้ น้ำนมถั่วเหลืองปราศจากน้ำตาลและนมผง (ฟองฟอง, ประเทศไทย) ผลตาลสุกที่หล่นจากต้นตามธรรมชาติ มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ประมาณ 4 องศาบริกซ์ วิปปิ้งครีมปราศจากส่วนผสมของนม (Sure Whip, ประเทศอังกฤษ) น้ำตาลทราย (มิตรผล, ประเทศไทย) สารให้ความคงตัว (SEP) และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) (Miss ice cream, ประเทศไทย) แป้งข้าวโพด (คนอร์, ประเทศไทย) และเกลือป่น (ปรุงทิพย์, ประเทศไทย) อุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการทำไอศกรีม ประกอบด้วย เครื่องปั่นไอศกรีม (Clubsweety, ประเทศไทย) และตู้แช่เยือกแข็ง (Haier, ประเทศไทย)

Table 1 The ingredients of soymilk ice cream with and without RPF.

Ingredients (%)	SMI	SMI-RPF 0.01%	SMI-RPF 0.1%	SMI-RPF 1%
soymilk	70.75	70.74	70.65	69.75
pulp from RPF	-	0.01	0.1	1
non-dairy whipping cream	17.15	17.15	17.15	17.15
white sugar	10	10	10	10
commercial stabilizer (SEP)	0.5	0.5	0.5	0.5
carboxymethyl cellulose (CMC)	0.15	0.15	0.15	0.15
corn starch	1.35	1.35	1.35	1.35
salt	0.1	0.1	0.1	0.1

ไอศกรีมนมถั่วเหลืองสูตรพื้นฐานที่ใช้ในงานวิจัยนี้ดัดแปลงจาก Bisla *et al*., (2012) โดยไอศกรีมนมถั่วเหลืองสูตรพื้นฐานจะถูกดัดแปลงด้วยการผสมเนื้อผลตาลสุกในอัตราส่วนร้อยละ 0.01 0.1 และ 1 ของน้ำหนักนมถั่วเหลือง ดังปรากฏใน Table 1 วิธีการทำเริ่มจากการชั่งส่วนผสมทั้งหมดตามสูตร นำส่วนผสมไปให้ความร้อนปานกลางจนกระทั่งละลายเข้ากันดี แล้วใส่เนื้อผลตาลสุกลงไป จากนั้นพาสเจอร์ไรซ์ที่ 75 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที นำไปลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็งทันที หลังจากไอศกรีมเหลวมีอุณภูมิต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส ให้นำไปบ่มที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ก่อนที่จะนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไอศกรีม นาน 10 นาที จนเกิดผลึกน้ำแข็ง นำไปแช่แข็งที่ -20 องศาเซลเซียส ลักษณะไอศกรีมและเนื้อผลตาลสุกในงานวิจัยนี้แสดงดัง Figure 1 ไอศกรีมทั้งหมดจะนำไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ (ความหนืด การขึ้นฟู การละลาย สี และเนื้อสัมผัส) และคุณภาพทางประสาทสัมผัส

1.2 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

ความชื้น โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร และเถ้าในไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุกจะถูกวิเคราะห์ตามวิธีการของ AOAC (2000) จากนั้นนำผลวิเคราะห์ที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต ดังสมการที่ 1

carbohydrate (%) = 100 - (moisture (%) + protein (%) + lipid (%) + fiber (%) + ash (%)) (1)

1.3 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ

1.3.1 ความหนืดของไอศกรีมเหลว

ทดสอบความหนืดในไอศกรีมเหลวหลังการบ่มตามวิธีการดัดแปลงจาก Kaya & Tekin (2001) โดยนำไอศกรีมเหลว 200 มิลลิลิตร ที่มีอุณหภูมิเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 ml ไปทดสอบความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscometer รุ่น DV2TLVTJ0 (Brookfield, USA) โดยใช้หัววิเคราะห์ LV-04 ใช้ความเร็วรอบเท่ากับ 150 rpm กำหนดค่า Torque ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 บันทึกค่าความหนืดของไอศกรีมเหลวเมื่อเวลาทดสอบผ่านไป 1 นาที

1.3.2 การขึ้นฟู (overrun)

ทดสอบอัตราการขึ้นฟูของไอศกรีมตามวิธีการดัดแปลงจาก Sofjan & Hartel (2004) โดยนำไอศกรีมเหลวหลังการบ่มบรรจุในในบีกเกอร์ให้ได้ปริมาตรเท่ากับ 100 มิลลิลิตร นำไปชั่งแล้วบันทึกน้ำหนักไว้ (W_1) จากนั้นเมื่อทำการปั่นไอศกรีมจนเกิดผลึกน้ำแข็ง ให้นำไอศกรีมดังกล่าวมาใส่บีกเกอร์ใบเดิมในปริมาตรเท่ากับ 100 มิลลิลิตร นำไปชั่งแล้วบันทึกน้ำหนักไว้ (W_2) คำนวณหาร้อยละของการขึ้นฟูจากสมการที่ 2

$$overrun\ (\%) = \frac{(W_1 - W_2)}{W_2} \times 100 \qquad (2)$$

W_1 คือ น้ำหนักไอศกรีมเหลวหลังการบ่มที่ปริมาตร 100 มิลลิลิตร (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักไอศกรีมหลังการปั่นที่ปริมาตร 100 มิลลิลิตร (กรัม)

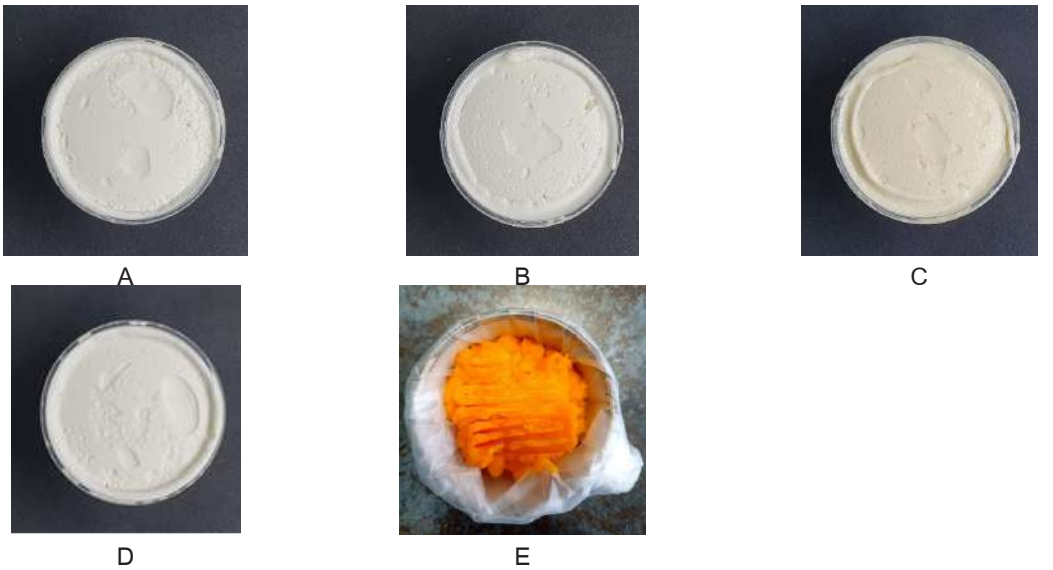

Figure 1 Characteristic of soymilk ice cream with RPF 0.01% (A), 0.1% (B) and 1% (C); SMI (D) and pulp from RPF (E)

1.3.3 อัตราการละลาย

ทดสอบอัตราการละลายของไอศกรีมที่ผ่านการแช่แข็งตามวิธีการดัดแปลงจาก Daw & Hartel (2015) โดยนำไอศกรีมออกจากถ้วยทรงกระบอกขนาด 5 x 4.5 เซนติเมตร (กว้าง x ยาว) ตัวอย่างไอศกรีมมีน้ำหนักประมาณ 70 กรัม วางบนตะแกรงลวดสี่เหลี่ยมที่มีขนาดของช่องเท่ากับ 2 x 2 เซนติเมตร ด้านล่างมีภาชนะที่ทราบน้ำหนักรองรับของเหลวที่เกิดจากการละลายของไอศกรีม จับเวลาการละลายทุก ๆ 10 นาที นำของเหลวที่ได้ไปชั่งแล้วบันทึกน้ำหนักไว้ ทดสอบการละลายเป็นเวลาทั้งสิ้น 60 นาที ภายในห้องทดสอบที่มีการควบคุมอุณหภูมิเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส นำผลการทดลองที่ได้ไปทำเป็นกราฟเส้นด้วยการบันทึกค่าระหว่างน้ำหนักของไอศกรีมที่ละลายกับเวลา คำนวณหาสมการเส้นตรง โดยค่าความชันที่ได้คือค่าอัตราการละลายของไอศกรีม

1.3.4 สี

ทดสอบค่าสีในไอศกรีมที่ผ่านการแช่แข็งด้วยเครื่องวิเคราะห์ค่าสี, colorimeter (3nh, ประเทศจีน) ภายใต้ระบบ Commission Internationale de l'éclairage (CIE) ตามวิธีการของ Szkolnicka *et al*., (2020) โดย L* (100 หมายถึง ค่าสีขาว; 0 หมายถึง ค่าสีดำ) a* (+ หมายถึง ค่าสีแดง; - หมายถึง ค่าสีเขียว) และ b* (+ หมายถึง ค่าสีเหลือง; - หมายถึง ค่าสีน้ำเงิน)

1.3.5 เนื้อสัมผัส

วิเคราะห์เนื้อสัมผัสของไอศกรีมที่ผ่านการแช่แข็งตามวิธีการดัดแปลงจาก Akbari *et al*., (2019) กล่าวคือ นำไอศกรีมที่บรรจุในถ้วยพลาสติกทรงกระบอกขนาด 5 x 4.5 เซนติเมตร (กว้าง x ยาว) ไปแช่แข็งที่ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน ก่อนที่จะนำออกมาบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที แล้วนำไปทดสอบเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyser รุ่น CT3 10K (Brookfield, สหรัฐอเมริกา) ด้วยหัววิเคราะห์ทรงกระบอก รหัส 6F ทำการทดสอบแบบ compression น้ำหนักในการกดลงบนไอศกรีมเท่ากับ 0.07 นิวตัน ความเร็วของหัววิเคราะห์ขณะกดลงบนไอศกรีมเท่ากับ 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะการกดลงบนไอศกรีมเท่ากับร้อยละ 50 ของความสูงของไอศกรีม บันทึกค่าความแข็งและความยึดติด

2. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุก

ในขั้นตอนนี้จะมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) โดยกำหนดให้บล็อกคือจำนวนของผู้ประเมินที่มีประสบการณ์ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมด้วยวิธี Quantitative descriptive analysis (QDA) โดยดัดแปลงจาก Peres *et al*., (2018)

การประเมินจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการคัดกรองเบื้องต้น โดยจะทำการคัดผู้ประเมินที่มีประสบการณ์ในการทำแบบประเมิน QDA จำนวน 10 คน 2) ขั้นตอนการฝึกการประเมิน วันละ 1 ชั่วโมง 30 นาที จำนวน 3 วัน ผู้ประเมินจะต้องมาร่วมกันสร้างคำศัพท์ที่จะใช้ประเมินคุณลักษณะต่าง ๆ รวมถึงทำความเข้าใจถึงความหมายและวิธีการประเมินของคุณลักษณะนั้น โดยขั้นตอนนี้จะมีการใช้ตัวอย่างอ้างอิงมาช่วยในการคิดค้นคำศัพท์และสร้างความเข้าใจในคุณลักษณะต่าง ๆ ให้ตรงกัน (Table 2) พบว่าสามารถกำหนดคุณลักษณะสำหรับการประเมินตัวอย่างไอศกรีม จำนวน 6 ด้าน ได้แก่ สี กลิ่นผลตาลสุกกลิ่นเหม็นเขียว (foul smelling) ความหวาน เนื้อสัมผัส และขนาดของผลึกน้ำแข็ง 3) ขั้นตอนการประเมินตัวอย่างจริง โดยทำการประเมินให้แล้วเสร็จภายในหนึ่งวัน ผู้ประเมินทั้ง 10 คน ที่ผ่านขั้นตอนการฝึกประเมินมาแล้วจะทำการประเมินตัวอย่างไอศกรีมทีละสูตรระบุความเข้มของคุณลักษณะต่าง ๆ บนเส้นตรงยาว 100 มิลลิเมตร คิดเป็น 100 คะแนน ในการประเมินตัวอย่างจริงให้ประเมินในห้องควบคุมอุณภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส ตัวอย่างไอศกรีมที่ผ่านการแช่แข็งจะถูกนำไปปรับอุณภูมิให้อยู่ระหว่าง -5 ถึง 0 องศาเซลเซียส จากนั้นผู้ประเมินจะได้รับไอศกรีมประมาณ 30 กรัม พร้อมน้ำดื่มสำหรับใช้ในการทำความสะอาดช่องปาก ตัวอย่างอ้างอิงจะไม่ถูกนำมาประเมินร่วมกับตัวอย่างจริงในขั้นตอนนี้ การแปรผลจะทำโดยการวัดความยาวของจุดเริ่มต้นของเส้นตรงไปยังจุดที่ผู้ประเมินทำเครื่องหมายไว้ นั่นคือคะแนนที่ประเมินได้จากการให้คะแนนตามระดับความเข้มของแต่ละคุณลักษณะ การทดลองนี้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ตามเลขที่การรับรอง PKRU2564/05

Table 2 Descriptions and references used for the sensory profiling of soymilk ice cream samples

Attributes	Definition	Anchor words with scales		References
colour	Pale yellow, evaluated from the first sight on ice cream.	white	38	soymilk (Fong Fong)
		yellow	86	toddy palm cake (EZY-Sweet)
RPF odour	Aroma from natural ripe Palmyra fruit, evaluated from smelling.	less	27	soymilk (Fong Fong)
		strong	85	toddy palm cake (EZY-Sweet)
foul-smelling	Beany-like aroma, green aroma, evaluated from smelling.	less	14	soymilk (Fong Fong)
		strong	37	soymilk (local market)
sweetness	Sweet taste from sugar, evaluated from tasting	less	12	sugar solution 1%
		strong	65	sugar solution 20%

Table 2 Descriptions and references used for the sensory profiling of soymilk ice cream samples (Contunue)

Attributes	Definition	Anchor words with scales		References
texture	Hardness and softness from ice cream texture, evaluated from the first bite on ice cream sample.	soft	6	coconut milk ice cream (Wall's) traditional coconut milk ice cream (local market)
		hard	55	
ice crystal size	Size of ice crystal in ice cream, evaluated from the first bite on ice cream sample.	small	7	coconut milk ice cream (Wall's) traditional coconut milk ice cream (local market)
		large	68	

3. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

(1) การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมจะใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (2) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี

Table 3 Chemical compositions of soymilk ice cream with and without RPF

Chemical composition (%)	SMI	SMI-RPF 0.01%	SMI-RPF 0.1%	SMI-RPF 1%
moisture	75.02±0.41^{a}	71.54±1.10^{b}	69.09±0.34^{b}	65.12±1.31^{c}
protein	0.52±0.02^{b}	0.46±0.20^{c}	0.48±0.01^{b}	0.60±0.02^{a}
lipid ^{ns}	2.49±0.15	2.32±0.07	2.43±0.03	2.36±0.23
fiber ^{ns}	0.85±0.07	0.88±0.02	0.91±0.03	0.94±0.02
carbohydrate	17.69±0.59^{c}	22.55±0.84^{b}	24.35±0.28^{b}	28.29±1.55^{a}
ash	2.16±0.17^{c}	2.71±0.47^{b}	2.76±0.11^{b}	3.38±0.18^{a}

Data are presented as means ± standard error.

Data with the different letter superscripts within each row are significantly different ($p \leq 0.05$).

ns means no significant difference between means ($p > 0.05$).

ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple-range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลองและอภิปรายผล

1. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุก

1.1 องค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุกและไอศกรีมนมถั่วเหลืองสูตรพื้นฐานแสดงใน Table 3 ผลการทดลองไม่พบความแตกต่างของใยอาหารและไขมันระหว่างตัวอย่างไอศกรีมทั้งหมด ($p > 0.05$) โดยมีใยอาหารอยู่ในช่วงร้อยละ 0.85-094 และมีไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 2.32-2.49 การเพิ่มขึ้นของเนื้อผลตาลสุกส่งผลให้ไอศกรีมนมถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเถ้าเพิ่มขึ้น โดยคาดว่าอาจจะเป็นผลมาจากปริมาณของเนื้อผลตาลสุกที่เพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่างานวิจัยเรื่องนี้ไม่ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อผลตาลสุก แต่ผลการทดลองนั้นสอดคล้องกับการศึกษาของ Behera & Nayak (2022) ที่กล่าวว่าผลตาลมีปริมาณเถ้าและคาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 1.2 และ 22.5 ตามลำดับ และยังมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Krishnaveni *et al*., (2020) ที่รายงานว่าผลตาลมีปริมาณเถ้า ใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 4.3 15 และ 18.5 ตามลำดับ นอกจากนี้จากการศึกษาของ สุธิดา กิจจาวรเสถียร (2565) ได้รายงานว่าเนื้อผลตาลสุกมีโปรตีนประมาณร้อยละ 15 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องนี้ที่พบว่าการผสมเนื้อผลตาลสุก ส่งผลให้ไอศกรีมมีโปรตีนเพิ่มขึ้น

1.2 คุณสมบัติทางกายภาพ

คุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมใน Table 4 แสดงให้เห็นว่าความหนืดของไอศกรีมทั้ง 4 สูตร มีค่าอยู่ในช่วง 3,028-3,759 เซนติพอยด์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่ไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุกมีค่าความหนืดสูงกว่าไอศกรีมนมถั่วเหลืองสูตรพื้นฐาน แสดงให้เห็นว่าเนื้อผลตาลสุกส่งผลต่อความหนืดในไอศกรีม เนื่องจากไอศกรีมที่ผสมเนื้อผลตาลสุกมีแนวโน้มพบปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเถ้าเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรตในรูปของแป้งที่พบในเนื้อผลตาลสุก สามารถดูดซับน้ำและเกิดการพองตัว ส่งผลให้ไอศกรีมมีความหนืดสูงขึ้นถึงแม้ว่างานวิจัยเรื่องนี้ไม่ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อผลตาลสุก แต่ผลการทดลองนั้นสอดคล้องกับการศึกษาของ Vengaiah *et al*., (2015) ที่ได้รายงานว่าเนื้อผลตาลสุกมีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 16.2 องศาบริกซ์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเถ้าร้อยละ 1.2 น้ำตาลร้อยละ 22.5 แป้งร้อยละ 12.6 และโปรตีนร้อยละ 1.24 โดยองค์ประกอบดังกล่าวส่งผลให้ไอศกรีมมีความข้นหนืดสูงขึ้น นอกจากนี้งานวิจัยดังกล่าวยังได้รายงานเพิ่มเติมอีกว่าแป้งที่พบในเนื้อของผลตาลสุกสามารถดูดซับน้ำและมีอัตราการพองตัวเมื่อผ่านความร้อนเท่ากับ 4 ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าเนื้อผลตาลสุกสามารถเพิ่มความหนืดได้ นอกจากองค์ประกอบข้างต้นที่ส่งผลให้ความหนืดในอาหารมีค่าเพิ่มขึ้นแล้ว จรัญญา อับดุลสลาม และกิตติชัย บรรจง (2560) ได้รายงานว่าพบเพคตินในเนื้อผลตาลสุกประมาณร้อยละ 25.96 ของน้ำหนักผล เพคตินมีคุณสมบัติพิเศษ เมื่อละลายน้ำจะพองตัวทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความข้นหนืดและสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหาร เพคตินที่สกัดได้จากผลเนื้อตาลสุก

มีหมู่เมทอกซิลต่ำ (low methoxyl) ส่งผลให้สามารถเพิ่มความหนืดในอาหารที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่ำ แต่ต้องมีแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) มากกว่าร้อยละ 3 และมี pH ในช่วง 2.9-5.5

การขึ้นฟูของไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุกไม่มีความแตกต่างกันกับไอศกรีมนมถั่วเหลืองสูตรพื้นฐาน โดยมีค่าการขึ้นฟูอยู่ในช่วงร้อยละ 72.27-88.32 การเพิ่มขึ้นของความหนืดส่งผลให้ไอศกรีมนมถั่วเหลืองมีค่าการขึ้นฟูลดลง เนื่องจากเนื้อลูกตาลสุกมีคาร์โบไฮเดรตใยอาหาร และเถ้า ทำให้ไอศกรีมเหลวมีความข้นหนืด การตีอากาศเข้าไปผสมกับเนื้อไอศกรีมระหว่างการปั่นจึงเกิดขึ้นได้ยากเพราะไอศกรีมเหลวก่อนแช่แข็งมีแรงตึงผิวสูง ส่งผลให้ไอศกรีมมีค่าการขึ้นฟูลดลง (Kurultay *et al*., 2010)

ไอศกรีมนมถั่วเหลืองทั้ง 4 สูตร มีอัตราการละลายอยู่ในช่วง 0.48-0.75 กรัมต่อนาที โดยที่ไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุกมีอัตราการละลายที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับไอศกรีมนมถั่วเหลืองสูตรพื้นฐาน ($p \leq 0.05$) อัตราการละลายของไอศกรีมเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเนื้อผลตาลสุก เนื่องจากเนื้อของผลตาลสุกส่งผลให้ไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองมีความหนืดเพิ่มขึ้น ซึ่งขัดขวางการตีอากาศไปผสมกับไอศกรีมเหลวระหว่างขั้นตอนการปั่นไอศกรีม ทำให้ไอศกรีมมีการขึ้นฟูต่ำ โดยการขึ้นฟูของไอศกรีมนั้นจะส่งผลต่ออัตราการละลายของไอศกรีมนมถั่วเหลือง กล่าวคือเมื่อไอศกรีมมีการขึ้นฟูสูงขึ้นอัตราการละลายของไอศกรีมจะลดลง ผลการทดลองนั้นสอดคล้องกับงานวิจัยอื่นที่รายว่าไอศกรีมที่มีค่าการขึ้นฟูสูงจะมีอัตราการละลายต่ำ เนื่องจากฟองอากาศที่แทรกในเนื้อไอศกรีมทำหน้าที่คล้ายฉนวนป้องกันความร้อน ส่งผลให้การถ่ายเทความร้อนจากสิ่งแวดล้อมไปยังไอศกรีมช้าลง ส่งผลให้ช่วยชะลอการละลายของไอศกรีม (Sofjan & Hartel, 2004; Soukoulis *et al*., 2008)

Table 4 Physical properties of soymilk ice cream with and without RPF

Physical properties	SMI	SMI-RPF 0.01%	SMI-RPF 0.1%	SMI-RPF 1%
viscosity (cP)	3,028±64^{c}	3,247±74^{b}	3,307±17^{b}	3,759±5^{a}
overrun (%) ^{ns}	88.32±6.67	87.97±5.83	78.39±4.34	72.27±9.55
melting down (g/min)	0.48±0.01^{c}	0.54±0.01^{b}	0.53±0.01^{b}	0.75±0.02^{a}
L* ^{ns}	96.77±0.61	96.65±1.12	97.43±0.69	97.18±0.92
a*	1.76±0.45^{c}	3.01±0.1^{b}	2.82±0.14^{b}	5.14±0.37^{a}
b*	3.13±0.38^{d}	9.87±0.2^{c}	10.72±0.09^{b}	16.57±0.24^{a}
hardness (g)	2,447±194^{d}	3,408±91^{c}	3,970±112^{b}	6,798±92^{a}
adhesiveness (mJ)	3.63±0.59^{b}	4.83±1.91^{b}	6.26±0.54^{ab}	8.86±0.88^{a}

Data are presented as means ± standard error.
Data with the different letter superscripts within each row are significantly different ($p \leq 0.05$).
ns means no significant difference between means ($p > 0.05$).

สำหรับการวิเคราะห์ค่าสีของไอศกรีมแสดงให้เห็นว่าค่าความสว่าง (L*) ของไอศกรีมทั้งหมดไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าความสว่างอยู่ในช่วง 96.65-97.43 ในขณะที่ค่าสีแดง (a*) และสีเหลือง (b*) ที่พบในไอศกรีมทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.76-5.14 และ 3.13-16.57 ตามลำดับ ไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุกมีค่าสีแดงและสีเหลืองสูงกว่าไอศกรีมนมถั่วเหลืองสูตรพื้นฐาน เนื้อผลตาลสุกมีสีเหลืองอมส้มตามธรรมชาติ ดังนั้นปริมาณของเนื้อผลตาลสุกที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าสีแดงและสีเหลืองที่พบในไอศกรีมนมถั่วเหลืองมีค่าสูงขึ้น ซึ่งแหล่งที่มาของรงควัตถุในเนื้อตาลสุกสามารถอธิบายได้จากงานวิจัยของ Ali *et al*., (2010) ที่กล่าวว่าเนื้อผลตาลสุกมีแคโรทีนอยด์ประมาณ 26-28 มิลลิกรัม ต่อเนื้อผลตาลสุก 100 กรัม ทำให้เนื้อผลตาลสุกมีสีเหลืองจนถึงสีแดง

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุกสามารถกล่าวได้ว่าการเพิ่มปริมาณเนื้อผลตาลสุกส่งผลให้ไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองมีความหนืดสูงขึ้น เนื่องจากองค์ประกอบของของแข็งทั้งหมดที่พบในเนื้อผลตาลสุก ส่งผลให้การตีอากาศเข้าไปแทรกในไอศกรีมเหลวระหว่างการปั่นไอศกรีมเกิดขึ้นได้ยาก ไอศกรีมจึงมีการขึ้นฟูต่ำเพราะฟองอากาศที่แทรกเข้าไปภายในไอศกรีมเหลวมีปริมาณน้อยและไม่คงตัว ซึ่งจะส่งผลให้ไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองที่ผสมเนื้อผลตาลสุกมีอัตราการละลายสูงขึ้นซึ่งได้อภิปรายไปแล้วข้างต้น โดยผลที่เกิดขึ้นนั้นจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะเนื้อสัมผัสของไอศกรีมอีกด้วย

ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของไอศกรีมพบว่าไอศกรีมทั้งหมดมีค่าความแข็งและความยืดติดในช่วง 2447-6798 กรัม และ 3.63-8.86 มิลลิจูล ตามลำดับ ความแข็งและความยืดติดของเนื้อไอศกรีมมีค่าสูงขึ้นเมื่อปริมาณของเนื้อผลตาลสุกเพิ่มขึ้นกล่าวคือเนื้อผลตาลสุกส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของความหนืดในไอศกรีมนมถั่วเหลืองเพราะมีคาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และเถ้า แต่จะส่งผลต่อการลดลงของค่าการขึ้นฟู เนื่องจากความหนืดในไอศกรีมจะขัดขวางการแทรกตัวของอากาศในเนื้อไอศกรีมขณะปั่น ทำให้ไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุกมีความแข็งและความยืดติดสูงกว่าไอศกรีมนมถั่วเหลืองสูตรพื้นฐาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jayasinghe & Ratnasingam (2021) ที่กล่าวว่าเนื้อสัมผัสไอศกรีมที่ผสมเนื้อผลตาลสุกมีความแข็งและความยืดติดสูงขึ้นเมื่อเทียบกับไอศกรีมที่ไม่ผสมเนื้อผลตาลสุก

2. ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุก

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Table 5) พบว่าไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองที่ผสมเนื้อผลตาลสุกร้อยละ 1 มีกลิ่นลูกตาลสุกมากที่สุด และแตกต่าง กับไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองสูตรพื้นฐาน ($p \leq 0.05$) ผลการประเมินด้านสีกลิ่นเหม็นเขียว ความหวาน เนื้อสัมผัส และขนาดของผลึกน้ำแข็ง พบว่าผู้ประเมินไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างไอศกรีมทั้ง 4 สูตร ($p > 0.05$)

Table 5 The intensity of attributes found in soymilk ice cream with and without RPF

Attributes	SMI	SMI-RPF 0.01%	SMI-RPF 0.1%	SMI-RPF 1%
colour ^{ns}	25.1±10.8	25.5±10.5	27.2±10.1	52.8±11.2
RPF odour	5.1±1.3^{b}	20.3±16.3^{ab}	22.5±15.7^{ab}	53.3±17.4^{a}
foul-smelling ^{ns}	17.5±5.9	16.7±5.4	15.5±4.5	12.2±4.3
sweetness ^{ns}	21.8±9.6	21.3±9.7	24.5±9.1	24.7±9.1
texture ^{ns}	24.1±6.2	27.5±7.1	26.2±7.8	37.1±3.87
ice crystal size ^{ns}	30.5±11.5	27.8±9.4	22.5±6.3	18.3±3.9

Data are presented as means ± standard error.

Data with the different letter superscripts within each row are significantly different ($p \leq 0.05$).

ns means no significant difference between means ($p > 0.05$).

แต่ทว่าหากพิจารณาค่าเฉลี่ยแต่ละคุณลักษณะของไอศกรีมแต่ละสูตรจะพบว่าไอศกรีมนมถั่วเหลืองสูตรพื้นฐานมีแนวโน้มว่าพบกลิ่นเหม็นเขียวมากกว่าและผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่กว่าเมื่อเทียบกับไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุก โดยสามารถอธิบายได้ว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณเนื้อผลตาลสุกในไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองจะช่วยเพิ่มระดับความเข้มของกลิ่นผลตาลสุกซึ่งมีแนวโน้มที่จะช่วยกลบกลิ่นเหม็นเขียวจากนมถั่วเหลืองได้ โดยสอดคล้องกับการศึกษาของ Da Silveira Agostini-Costa (2018) ได้กล่าวว่าเนื้อผลตาลสุกมีกลิ่นหอมตามธรรมชาติซึ่งสามารถใช้แต่งกลิ่นอาหารได้ ผลการทดลองใน Table 5 แสดงให้เห็นว่าพบกลิ่นหอมของผลตาลสุกในไอศกรีมนมถั่วเหลืองสูตรพื้นฐานในระดับความเข้มต่ำ จากการศึกษาของ Kaneko *et al*., (2011) ได้ยืนยันว่ามีการพบกลิ่นหอมหวานที่เกิดจาก trans-4,5-epoxy-(E)-2-decenal ในนมถั่วเหลืองธรรมชาติ จึงเป็นไปได้ว่าผู้ประเมินไม่สามารถแยกแยะกลิ่นในกลุ่ม sweet note ที่พบในนมถั่วเหลืองและผลตาลสุกได้ เนื่องจากระดับความเข้มข้นของกลิ่นที่พบในไอศกรีมมีความใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุกมีความหนืดสูงกว่าไอศกรีมนมถั่วเหลืองสูตรพื้นฐาน ซึ่งความหนืดที่เกิดขึ้นจะช่วยลดการเคลื่อนที่มารวมตัวกันของผลึกน้ำแข็งและผลึกน้ำตาลที่พบใน serum phase (Goff *et al*., 2013) แต่อย่างไรก็ตามความหนืดที่เพิ่มขึ้นก็จะส่งผลให้เนื้อสัมผัสของไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุกมีความแข็งมากขึ้น การเพิ่มปริมาณเนื้อผลตาลสุกจึงส่งผลให้ไอศกรีมมีความหนืดที่สูงขึ้น ซึ่งจะไปขัดขวางการแทรกตัวของอากาศในเนื้อไอศกรีมระหว่างการปั่น (Abdel-Haleem & Awad, 2015) ส่งผลให้ไอศกรีมนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุกจึงมีเนื้อสัมผัสที่แน่นขึ้น จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแสดงให้เห็นว่าการใช้เนื้อผลตาลสุกร้อยละ 1 ผสมลงไปในไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองจะช่วยกลบกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์จากถั่วเหลืองได้ สังเกตจากแนวโน้มของกลิ่นเหม็นเขียวลดลงเมื่อเทียบกับไอศกรีมสูตรที่ไม่ผสมเนื้อผลตาลสุก อย่างไรก็ตามการใช้เนื้อผลตาลสุกในไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองไม่ควรใช้มากกว่าร้อยละ 5 เนื่องจากผลการทดลองเบื้องต้น (preliminary test) ของผู้วิจัยแสดงให้เห็นว่าผู้ประเมินส่วนใหญ่ไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีกลิ่นผลตาลสุกมากเกินไปจนกลบกลิ่นหอมของนมถั่วเหลือง

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การเพิ่มปริมาณของเนื้อผลตาลสุกส่งผลให้ไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองมีความหนืดเพิ่มขึ้นซึ่งส่งผลให้ไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองผสมเนื้อผลตาลสุกมีการขึ้นฟูต่ำและมีอัตราการละลายสูงขึ้น การวิเคราะห์ค่าสีแสดงให้เห็นว่าเนื้อตาลสุกยังช่วยให้ไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองมีค่า a* และ b* เพิ่มขึ้น สำหรับการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองพบว่าเนื้อผลตาลสุกส่งผลให้ไอศกรีมมีความแข็งและความยึดติดมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ดังกล่าวไม่สอดคล้องกับผลการประเมินทางประสาทสัมผัสเนื่องจากผู้ประเมินไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างเนื้อสัมผัสของไอศกรีมแต่ละสูตรได้ อย่างไรก็ตามผู้ประเมินสามารถแยกแยะความแตกต่างของกลิ่นเนื้อผลตาลสุก โดยไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองที่ผสมเนื้อผลตาลสุกร้อยละ 1 มีกลิ่นของผลตาลสุกมากที่สุดและแตกต่างจากไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองสูตรพื้นฐาน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการใช้เนื้อผลตาลสุกร้อยละ 1 ผสมในไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลือง จะช่วยเพิ่มกลิ่นหอมของผลตาลสุกซึ่งมีแนวโน้มว่าสามารถช่วยกลบกลิ่นเหม็นเขียวที่พบในน้ำนมถั่วเหลืองได้

จากการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่าควรเพิ่มขั้นตอนการ homogenisation ในไอศกรีมเหลว เพื่อให้ไขมันจากวิปปิ้งครีมเกิดการแตกตัวและผสมกับส่วนของของเหลวอื่นในไอศกรีมได้มากขึ้น ส่งผลให้ไอศกรีมที่ผ่านการแช่แข็งมีเนื้อสัมผัสที่ดีและช่วยลดการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ในไอศกรีมได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

เอกสารอ้างอิง

จรัญญา อับดุลสลาม และกิตติชัย บรรจง. (2560). ปัจจัย ที่มีผลต่อกระบวนการสกัดเพคตินจากลูกตาล สุกด้วยน้ำโดยไม่ปรับพีเอช. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), *9*, 24-34.

จารุวรรณ สุนทรเสณี. (2555). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิเนื้อตาลสุก*. มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

ณฐิฆา รอดขวัญ. (2565). ผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากพืช. วารสารวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, *52*, 5-13.

สุธิดา กิจจาวรเสถียร. (2565). การพัฒนาสูตรแป้งซาลาเปาเสริมผงเนื้อลูกตาลสุก. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนคร*, *16*(2), 1-12.

แสงแข สพันธุพงศ์. (2562). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อ ตาลสุกหยี. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี, *8*, 292-302.

Abdel-Haleem, A. M., & Awad, R. (2015). Some quality attributes of low fat ice cream substituted with hulless barley flour and barley ß-glucan. *Journal of Food Science and technology*, *52*(10), 6425-6434.

Adapa, S., Dingeldein, H., Schmidt, K., & Herald, T. (2000). Rheological properties of ice cream mixes and frozen ice creams containing fat and fat replacers. *Journal of Dairy Science*, *83*(10), 2224-2229.

Ahanian, B., Pourahmad, R., & Mirahmadi, F. (2014). Effect of substituting soy milk instead of skim milk on physicochemical and sensory properties of sesame ice cream. *Advances in Environmental Biology*, *8*(11), 9-16.

Akbari, M., Eskandari, M. H., & Davoudi, Z. (2019). Application and functions of fat replacers in low-fat ice cream: A review. *Trends in Food Science & Technology*, *86*, 34-40.

Ali, A., Alhadji, D., Tchiegang, C., & Saïdou, C. (2010). Physico-chemical properties of palmyra palm (*Borassus aethiopum Mart*.) fruits from Northern Cameroon. *African Journal of Food Science*, *4*(3), 115-119.

AOAC. (2000). *Official method of Analysis of AOAC*. (17th ed.) . Association of Official Analytical Chemists Inc.

Aydar, E. F., Tutuncu, S., & Ozcelik, B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*, *70*, 103975.

Beegum, P. S., Nair, J. P., Manikantan, M., Pandiselvam, R., Shill, S., Neenu, S., & Hebbar, K. (2021). Effect of coconut milk, tender coconut and coconut sugar on the physico-chemical and sensory attributes in ice cream. *Journal of Food Science and Technology*, 1-12.

Behera, S., & Nayak, B. (2022). Phytochemical constituents and nutritional potential of palmyra palm: A review. *An International Multidisciplinary Online Journal*, *2*(12), 1-8.

Bisla, G., Archana, P. V., & Sharma, S. (2012). Development of ice creams from Soybean milk & Watermelon seeds milk and Evaluation of their acceptability and Nourishing potential. *Advances in Applied Science Research*, *3*(1), 371-6.

Da Silveira Agostini-Costa, T. (2018). Bioactive compounds and health benefits of some palm species traditionally used in Africa and the Americas - a review. *Journal of Ethnopharmacology*, *224*, 202-229.

Daw, E., & Hartel, R. (2015). Fat destabilization and melt-down of ice creams with increased protein content. *International Dairy Journal*, *43*, 33-41.

Ghaderi, S., Mazaheri Tehrari, M., & Herarinejad, M. A. (2021). Qualitative analysis of the structural, thermal and rheological properties of a plant ice cream based on soy and sesame milks. *Food Science & Nutrition*, *9*(1), 1289-1298.

Goff, H. D., Hartel, R. W., Goff, H. D., & Hartel, R. W. (2013). Ice cream structure. *Ice cream*, 313-352.

Jayasinghe, M., & Ratnasingam, P. (2021). Sensory variation analysis in ice cream made by Palmyra (*Borassus Flabellifer*) Pulp with jaggery and selected spices. *Agricultural Sciences Journal*, *3*(2), 35-50.

Kaneko, S., Kumazawa, K., & Nishimura, O. (2011). Studies on the key aroma compounds in soy milk made from three different soybean cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59*(22),12204-12209.

Kaya, S., & Tekin, A. R. (2001). The effect of salep content on the rheological characteristics of a typical ice-cream mix. *Journal of Food Engineering*, *47*(1), 59-62.

Krishnaveni, T., Arunachalam, R., Chandrakumar, M., Parthasarathi, G., & Nisha, R. (2020). Potential review on Palmyra (*Borassus Flabellifer* L.). *Advances in Research*, *21*(9), 29-40.

Kurultay, Ş., Öksüz, Ö., & Gokcebag, Ö. (2010). The influence of different total solid, stabilizer and overrun levels in industrial ice cream production using coconut oil. *Journal of Food Processing and Preservation*, *34*(s1), 346-354.

Peres, J., Esmerino, E., Da Silva, A. L., Racowski, I., & Bolini, H. (2018). Sensory profile, drivers of liking, and influence of information on the acceptance of low—calorie synbiotic and probiotic chocolate ice cream. *Journal of Food Science*, *83*(3), 1350-1359.

Sofjan, R. P., & Hartel, R. W. (2004). Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal*, *14*, 255-262.

Soukoulis, C., Chandrinos, I., & Tzia, C. (2008). Study of the functionality of selected hydrocolloids and their blends with **K**-carrageenan on storage quality of vanilla ice cream. *LWT-Food Science and Technology*, *41*, 1816-1827.

Syed, Q. A., Anwar, S., Shukat, R., & Zahoor, T. (2018). Effects of different ingredients on texture of ice cream. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*, *8*(6), 422-435.

Szkolnicka, K., Dmytrów, I., & Mituniewicz-Malek, A. (2020). Buttermilk ice cream - New method for buttermilk utilization. *Food Science & Nutrition*, *8*(3), 1461-1470.

Thevamirtha, C., Balassubramaniyam, A., Srithayalan, S., & Selvakumar, P. M. (2023). An Insight into the antioxidant activity of the facial cream, solid soap and liquid soap made using the carotenoid extract of palmyrah (*Borassus flabellifer*) fruit pulp. *Industrial Crops and Products*, *195*, 116413.

Vengaiah, P.C., Vijaya kumara, B., Murthy, G.N., & Prasad, K.R. (2015). Physico-Chemical Properties of Palmyrah fruit Pulp (*Borassus flabellifer* L). *Journal of Nutrition & Food Sciences*, *5*(5), 1000391.